

*А. Р. Хафизова, К. Г. Земляной*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

khafizova.alina@urfu.ru

## ПОЛУЧЕНИЕ НИЗКОЦЕМЕНТНЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО КОВША

*В работе исследована возможность получения магнезиальных бетонов на основе гидравлических вяжущих для футеровки сталеразливочного ковша. Определены фазовый состав и теплофизические свойства материала.*

*Ключевые слова: магнезиальный бетон; сталеразливочный ковш; огнеупорная футеровка; гидравлическое вяжущее; фаза брусита.*

*A. R. Khafizova, K. G. Zemlyanoy*

Ural Federal University, Ekaterinburg

## THE LOW-CEMENT MAGNESIUM CONCRETE PRODUCTION FOR STEEL-LADLE LINING

*The obtaining magnesia concretes on the basis of hydraulic binders possibility for the steel ladle lining is investigated. The material phase composition and thermophysical properties are determined.*

*Key words: magnesium concrete; steel ladle; refractory lining; hydraulic binder, brucite phase.*

Использование монолитной футеровки на основе магнезиальных бетонов для шлакового пояса сталеразливочного ковша отличается значительной экономичностью по сравнению с используемыми в настоящее время периклазоуглеродистыми формованными изделиями, и процесс ее изготовления практически полностью механизирован.

Исключая этапы формования и термообработки, существенно снижаются энергетические затраты, а также затраты, связанные

с применением дорогостоящего углерода. Поэтому перспектива энерго- и ресурсосбережения в производстве магнезиальной бетонной футеровки является важным аспектом не только огнеупорной, но и металлургической отрасли.

В качестве исходных материалов использовали: плавненный периклаз марки DTMF 90 фр. 3–1 мм, 1–0,5 мм, 0,063 мм производства ООО «Группа Магнезит»; высокоглиноземистый цемент марки СА-270 производства компании «Almatis»; диспергирующие добавки марки M-ADS, M-ADW производства компании «Almatis». Образцы получали методом виброзаливки в разборные металлические формы в соответствии с ГОСТ Р 52541–2006. Бетонную смесь готовили смешением в лабораторном смесителе «Fountner VFM7B» в течение 5–7 мин последовательным смешением сухих компонентов и введением воды. Индекс растекаемости бетонной смеси составил 140 мм. Полученные образцы выдерживали в формах в течение 24 ч, распалубливали и выдерживали во влажной атмосфере в течение ещё 48 ч. После твердения образцы термообрабатывали при температурах 110, 600 и 1100 °С в лабораторных муфельных печах. После обжига были определены кажущаяся плотность, открытая пористость, а также рассчитаны изменения линейных размеров. Произведён рентгенофазовый анализ образцов. Результаты исследований представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Фазовый состав образцов

Фазы	Содержание, мас. %, после термообработки при, °С			
	без т. о.	110	600	1100
MgO	94	96	99	98
Mg(OH) <sub>2</sub>	0,7	0,35	0,07	–
Ca <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·8 H <sub>2</sub> O	1,6	0,8	0,1	–
CaAl <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	1,2	0,5	0,39	–
CaAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2,7	1,7	0,37	0,3
Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (OH) <sub>12</sub>	–	0,6	–	–
Al(OH) <sub>3</sub>	–	0,38	–	–
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	0,31	0,8
MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	–	–	–	1,0
Ca <sub>12</sub> Al <sub>14</sub> O <sub>33</sub>	–	–	–	0,2

Свойства полученных образцов

Температура термообработки, °С	Значение			
	Водопоглощение, %	Открытая пористость, %	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа
без т. о.	2,25	8,4	2,98	40,8
110	3,5	13	2,95	50,2
600	4,7	17	2,90	32,2
1100	5,5	20,1	2,90	15,6

Исследования показали, что содержание фазы  $Mg(OH)_2$  при всех температурах не превышает 0,7 мас. % и не может существенно влиять на стойкость бетона. Керамические свойства образцов без термообработки и высушенных при 110 °С находятся на уровне свойств алюмосиликатных бетонов. В процессе термообработки выше 600 °С происходит разрушение цементных кристаллогидратов, сопровождающееся повышением открытой пористости и снижением прочности, что говорит об отсутствии спекания в системе. На это накладывается процесс шпинелеобразования (см. табл. 1), идущий с увеличением объёма кристаллической решётки.

Таким образом, полученные данные могут послужить основой для дальнейшей разработки магниевых бетонов с улучшенными физическими свойствами.

Дальнейшие исследования должны быть направлена на использование реологических добавок на основе  $SiO_2$  ( $SiO_x$  и/или аналоги); исследование возможности использования традиционных спекающих добавок для периклазовых огнеупоров для обеспечения спекания бетона, начиная с температуры 600–800 °С; использование алюмомagneзиальных цементов (СМА «Кренеос» и/или аналоги) и поиск/разработку реологических добавок, обеспечивающих подвижность периклазовой бетонной смеси.